

近二十年我國國民中學自然科學課程之發展

楊榮祥

民國五十七學年發起我國實施九年國民教育，同時加強科學教育，順應世界潮流，採取歐美各國初級中學最新教材，擷擇其精華，以充實我國新國民教育。二十年來，政府已撥出龐大研究經費，先後動員數百位關心科學教育的專家學者，以及數千國中教師，用系統化的科學方法，以規劃、執行、試驗，並評鑑國民中學的自然學科課程。我國有歷史以來，這是第一次動用這麼大的經費與人力和智慧來研究課程，所以過去這二十年，對於科學教育而言，確曾是多彩多姿而豐收的一段史實。

這二十年，可就其課程發展的內容，約可分為四個階段，茲分述於後。

壹、實施九年國教並注視歐美科學課程改革運動

——民國五十七年—六十二年

民國五十六年六月，先總統 蔣公在中央國父紀念月會時，鄭重昭示應加速推行九年義務教育計劃，……貫徹我們

近二十年我國國民中學自然科學課程之發展

均富的主張，實現國父民生主義理想的大政至計。同年八月動員斟亂時期國家安全會議第三次會議決定；國民教育年限延長為九年，自五十七學年發起先在台灣及金門地區實施（註一）。

一、國民中學暫行課程標準之實施

教育部同時擬訂「國民中、小學課程標準計劃」，確定修訂目標與原則等。在自然科學課程，決定採取九年一貫之精神，刪除不必要的重複，儘量消除國民中小學間之隔閡，並決定採取英美各國初級中學最新教材，加以比較研究，配合我國需要，擷擇其美課程精華，以為我國中新課程教材修訂之依據，特別注重培養學生思考力判斷力及推理能力，並重視科學精神與科學方法及日常生活中所必須具備之科學智能（註二）。

教學科目則將原有初級中學「理化」、「博物」，合為「自然科學」，一年能講授生物部分，每週教學時數為三小時，二年級及三年級講授化學及物理部分，每週教學各二小

時，取消「生理及衛生」，有關教材併入健康教育內實施。

二、國民中學教育實驗研究階段

自五十七學年至五十九學年度，教育部指定七十二所國民中學，從事國民中學教育實驗研究，以了解國民中學暫行課程標準是否能適應新制國民中學之需要，曾就學生的性向適應、編班分組、教材教法、及其他有關問題等，加以實驗研究，俾考查成效，並繼續改進各項有關教育措施，使九年國民教育能達成預期效果。

五十八年八月召開第五次全國教育會議，通過二項改進方案，認為（一）課程應具彈性，一方面簡化學科，調整教學時數，另一方面要加強指導活動及選修科目，以配合學生學習能力。（二）各科教科書應合理調整教材份量……，（三）繼續辦理課程實驗研究，並就實驗研究結果，不斷改進課程與教材，（四）充實設備，研究改進各科教學方法……等（註三）。

六十一年，國民中學課程標準根據各實驗學校實驗結果並經各科修訂小組研討，正式修訂完成，自然科學各科均做若干修訂摘要如下：

自然科學（生物）：

（一）目標及教學時數，與原標準（民國五十七年暫行標準）大致相同。

（二）教材大綱部分：將第一、二章合併為「概說」，「動

物的生活」與「植物的生活」，順序調整（改為先授動物，後授植物），刪「森林與野生動物」，增「生物與人生的關係」，增列實驗教材大綱共五十一項。

自然科學（化學）：

（一）教材大綱細折，由十八個大單元細折為二十四個大單元，以便每學期平均教學六大單元，並強調不加重教材份量。

（二）調整「元素符號」等五單元的先後順序，使先學基本教材，並將較難教材移後。

（三）刪去若干重複或複雜的教材。

自然科學（物理）：

（一）使課程目標與實施方法之一貫與具體化。

（二）課程目標強調科學精神與方法之培養，正確態度與習慣之建立，及性向之發掘與潛能之發揮。

（三）精簡教材內容，以充分時間教學……等（註四）。

根據七十二所國民中學先後三年的實驗，產生了正式的國民中學課程。

三、歐美科學教育改革運動的影響

推行九年國民教育計畫，是個龐大工程，在嚴密的策劃與合作下，再加上若干「妥協」，總算順序推上軌道，從此我國教育已邁入另一新境界。但，這時，歐美各國科學教

育界也正在展開熱烈的改革運動。

在一九五七年（民國四十六年）十月四日，蘇俄搶先將人造衛星史潑尼克（Sputnik）一號送入地球軌道，使美國朝野，尤其科學界，爲此大感震驚，引起對於科技研究發展計畫之再檢討，同時在教育界也掀起中小學基本科學教育的全面改革運動。大批經費灌入美國各大學，於是展開了如火如荼的科學課程「革命」運動。當時所開發的BSCS（生物）、PSSC（物理）、CHEM-Study（化學）、SMSC（數學）等教材，都風靡全球，我國也在民國五十三年所頒「高級中學數學及自然學科教材大綱」中，採用這些教材的內容與其編輯精神，以改進我國高中教材（註五）。

在這些年代（一九五六—一九六五年）中美國所開發的課程（俗稱第一代新科學課程，具有下列主要特點：

- (一)重視科學概念、學理、基礎科學。
- (二)重視發現式實驗（discovery type laboratory）。
- (三)教材嚴謹的概念結構。
- (四)重視計量技能。
- (五)採用最新科學概念與知識。
- (六)重視學生的探討學習（Inquiry learning）。
- (七)重視開放型實驗（Open ended experiment）……等。

這些新穎的科學課程，頗具深度，幾乎立刻爲世界各國

所採用。對美國而言，果然很快地提升了科技水準，若干年之後，大學理工學院裡收進許多優秀理工科學生，研究所也得到大批優秀的研究人材。第一代課裡似乎很成功地達成目標——「迎頭趕上，搶回科技第一」。事實上，美國也很快地重新石太空科學中稱霸。

可是，在培養優秀科技人才的另一方面，却忽略了中小學裡大多數「非主修科學」的學生，普遍使學生視數學爲畏途，對自然科學也喪盡了興趣與信心，反使美國一般中小學生的科學素養大大降低。值得特別注意的是，在社會上，尤其政界與經濟界，具有決策能力的人士，多曾爲非主修科學的學生。如果這些社會的領導人物不懂科學，在此科技突飛猛進的時代，如何適應？如何生存？這種反省與檢討，使美國產生了「第二代」的新課程。

美國第二代新課程（一九六五—一九七七年）的主要特點：

- (一)趨向個別化學習的教材。
- (二)教師選擇教材的自由。
- (三)趨向統整科學（Integrated science）。
- (四)引入更多教育心理學，注重學生的個別差異。
- (五)注重價值教育（Value education）。
- (六)注重學生多元性才能（multi-talent）評量（註六）。

美國第一、二代新課程教材，都深深地影響着我們的科學教育，至少時時刻刻地提醒我們的注意。在非常果敢地實施九年國教，並大刀闊斧地改進科學教育之際，這些國外科教界的新動態，對當時我科教界確實為重要的新刺激。雖然民國五十三年，已經引入BSCS等新教材，但，短短數年，美國已邁入「第二代」課程，尤其SMSC等課程早已在一般中小學中銷聲匿跡，連BSCS也每隔五年一修改，早已改變了原來的面貌。

貳、國民中學自然科學I與自然科學

II 課程研究

—民國六十三年—六十八年

自民國五十七年起我政府實施長期發展科學計畫，這項為期十二年的計畫中，就有「科學教育與科學人才培養」一項。教育部為加強科學教育的研究實驗與推廣，於民國六十三年三月，指定國立台灣師範大學成立科學教育中心，並將其主要任務定為：

(一)科學教育理論之研究；(二)科學課程之實驗與推廣，(三)科學教育資料之編譯與出版；(四)科學教師之訓練與輔導；(五)科學教具：研究與製作（註七）。

當時的國家科學發展指導委員會主任委員吳大猷博士更關心我國科學教育，對於科學課程的安排，教科書的編寫，

提出許多意見，並建議由教育部聘請各科專家學者成立科學教育委員會，以研討各級學校科學課程標準的細目，各學科間的配合，教科書的編寫、試教等等（註八）。

「國民中學科學課程實驗研究計劃」於是從民國六十三年展開。

一、積極研究並分析先進國家最新課程

民國六十三年國立台灣師範大學理學院組織「國民中學科學課程實驗研究委員會，決定分三個階段進行課程試驗，第一階段為研究分析各國初中科學課程，並廣泛徵求我國教育界對現行課程目標、組織及內容的意見，根據分析結果編訂新課程綱要。

師大科教中心收集世界各國共二六〇種科學課程資料（註九），由各委員進行比較分析研究，在第一期報告中，包括了各國科學課程設計原理、心理學基礎、概念結構、教育目標之比較，美國ISCS課程，日本新科學課程、美國ESCP，美國現行中小學十門科教課程之比較，美國IPS、美國ISCP — IMB、ISCP — IME，及英國Nuffield物理、化學、生物，及結合科學等課程的分析報告（註十）。各研究委員就這些課程資料分析研究後，獲得下列數項認識：

(一)國中階段的科學教育目標為培養具有科學素養的未來

公民，以提升一般公民的科學素養。

(二) 國中階段的科學課程趨向合科(統整)科學。

(三) 國中科學教學強調探討過程(Inquiry process)。

(四) 國中階段科學教育應重視科學與社會的密切關聯。

這四項認識，就成為國中科學新課程的哲學基礎，也就是新課程發展的依據(註十一)。

二、對現行國中科學課程的意見調查

除分析世界各先進國家所發展出來的課程之外，為使新課程更能充分落實在我國國中，該委員會設計了詳盡的問卷，以廣泛徵求各有關方面，對現行國中科學課程的目標、組織，與內容的意見。這次問卷調查對象包括國中科學教師，教務主任、校長、課程專家，及各級教育行政人員，發出問卷共二、九六九份，收回二、六〇六份(收回率達八七、七%)。

本項調查問卷參考美國著名科學教育家史丹福大學的D. Hurd的分析資料，來判斷我們教育界人士對科學教育的看法，問卷共分二部分。第一部分共有廿四個有關科學教育目標、教材的編選方式、學習原理等問題，每題都有A、B兩個敘述供選擇；A代表Hurd博士所謂「以前(舊)的趨勢」；B則代表「最近(新)的趨勢」。收回來的意見，以

X²分析折調查結果，結果廿四個問題中，有十四題，選B的顯著比選A者為多(P < .01)，只有九題選A者較多(P < .01)，有一題選A、選B者無顯著差異，顯示我國國中教師及行政人員，尚了解科學教育新的趨勢。

問卷的第二部分共有八題，問到有關國中科學課程中新設地球科學的意見，以及有關國中科學課程的結構，包括分科、教材組織，教學時數等問題。將多數意見統計分析，重要結果可摘要如下：

(一) 認為國中科學課程中應包括地球科學教材。

(二) 認為國中科學課程可分為二大領域(即，以物理與化學統整為一科；生物與地球科學統整為另一科)。其所據理由選出「既顧及學科特性，亦適應學生心理發展與學習理論」，及「較易獲得統整的學習」二者較多。

(三) 認為國中科學課程的教學時數應維持現狀(註十二)。

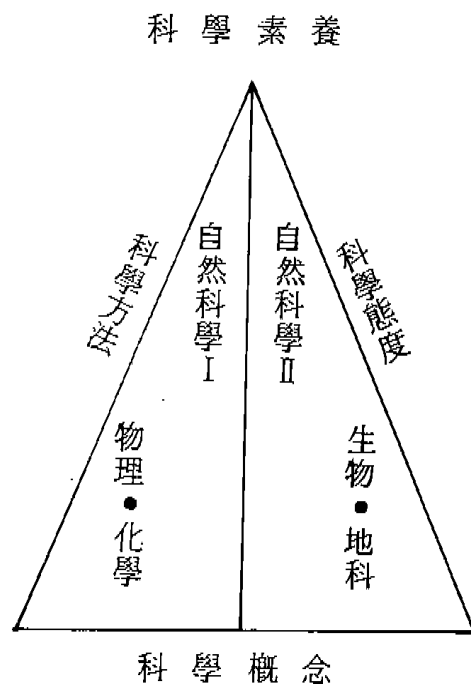
三、新國中科學第一代課程草案建立

根據上述世界各國初級中學階段科學課程最新發展資料，以及我國國民中學教師及行政人員意見調查結果之分析，民國六十五年終於決定新科學課程的架構，訂定新國民中學科學課程綱要草案如下：

(一) 課程目標：繼續國民小學之科學教育，發展科學智能

，培養科學情趣，以養成能應用，富創造具科學素養之國民，並奠定科學研究之基礎，為達成此目的，必須使學生：

1. 了解科學的本質乃事實概念與過程的綜合。
2. 明瞭學習科學的目的在認識自然環境與改善人類生活



〔圖一〕 國民中學第一代課程結構模式

3. 理解科學的知識，熟練科學的方法與技術，並培養科學的態度，並應用於日常生活和繼續學習。

4. 發展研究興趣，創造的才能，及獨立判斷的精神，以達成全民科學教育之目的。

(二)課程範圍：本課程內容分為「自然科學I」，和「自然科學II」可說是種「小」統整課程。自然科學I包括物理與化學；自然科學II則包括生物與地球科學。課程內容均以科學概念為基礎，發展科學方法與科學態度，以培養具有科學素養的國民為其最高目標，並以圖一的圖形為課程結構模式（註十三）。

四、科學課程實驗教學

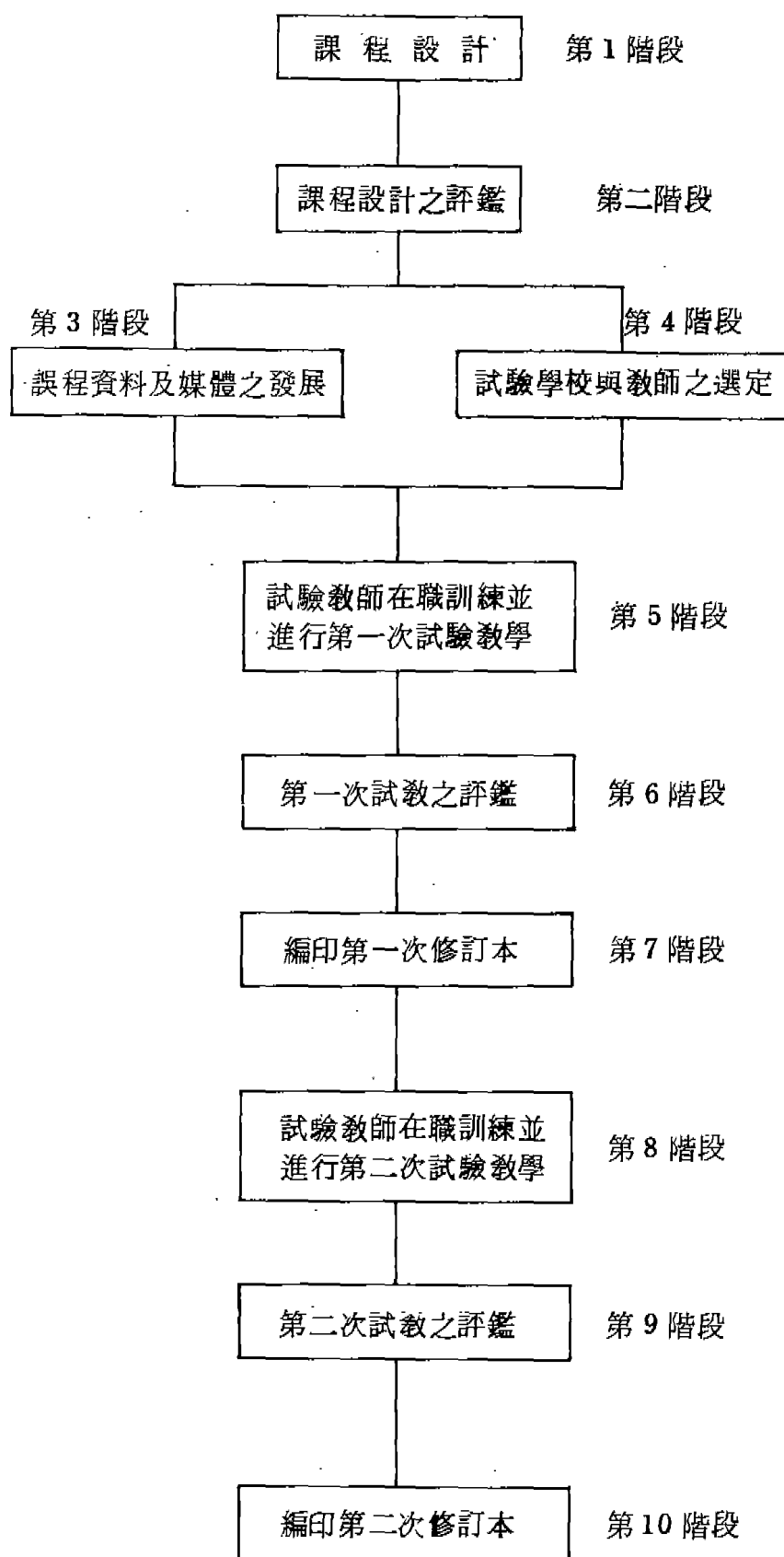
自從民國六十三年，本課程研究委員，參考歐美各國新教材開始編寫名科實驗教材。新的科學課程以學生生活活動為中心的教材為主，促使學生從親身體驗中，運用其智慧，以自行發現其所需之科學知識或概念。這種所謂「發現式（Discovery）或探討式（Inquiry）的學習方式，定為新科學的基礎（註十四）（註十五）。所設計的各科單元學習活動，都先到台北縣永和國中，由理化、生物科的實驗教師個別試教，並根據其結果修訂。

自民國六十四年起，根據課程結構模式（圖一），開始

發展自然科學 I 與 II 的教材，並從民國六十五學年度起在臺灣區共十所實驗學校中試教。這十所實驗學校為：

基隆市立中正國民中學

台北市立明德國民中學
台北市立忠孝國民中學
台北縣立永和國民中學



〔圖二〕 國民中學第一代課程試驗流程

台中縣立大甲國民中學

台中市立居仁國民中學

台南市立建興國民中學

高雄市立五福國民中學

屏東縣立大同國民中學

台東縣立新生國民中學

每一實驗學校各科各請兩位資優教師為實驗教師。

在實驗教學期間(民國六十五年至六十八年)，每年寒暑假都到師大科教中心，接受一星期的教材研習與教學方法的研討。課程實驗共分為十個階段，包含課程設計、評鑑、課程資料、媒體發展、試教教師訓練、試教、試教之評鑑、修訂，及第二次試教、評鑑及第二次修訂等過程(如圖二)。

五、自然科學I的課程結構

自然科學I的編輯小組成員包括教育心理、課程設計、科學教育、物理、化學等各領域的專家學者(註十六)。經研討，認為本科教材尚可參考美、歐、日各國所採用之課本，尤其特別注意美國ISCS(Intermediate Science Curriculum Study，中級科學課程研究)的教材精神。

(一)自然科學I的課程理念：參考ISCS等歐美教材，編輯小組認為：

1. 國民中學階段的科學教育應為一般性的科學教育。

2. 科學教育的目的在使學生認識科學的性質與功能，了解科學知識，以及求知的方法，以培養適當處理學生與環境之間的交互作用(註十七)。

根據這些理念，自然科學I課本的編輯要旨中明示：

1. 自然科學I為國民中學物理及化學的統整教材，分成六冊，供給國民中學一年及三年，共六學期教學之用。

2. 本課本各單元均以學生有興趣的探討活動為主，並採用分組教學，務期學生在學習活動中發展科學智能，培養科學情趣，以養成能運用、富創造，具科學素養的國民。

(二)自然科學I的概念架構：本計畫研究委員決定應用美國加州大學教授史蒂芬(Lee Stephens)的SEM(Science, Environment and Man)科學課程的概念綱領為本課程的概念綱領，做為課程的組織中心。這四條概念綱領為：

1. 物質與能量為組成環境的基本成分。

2. 環境中各成分不斷進行交互作用。

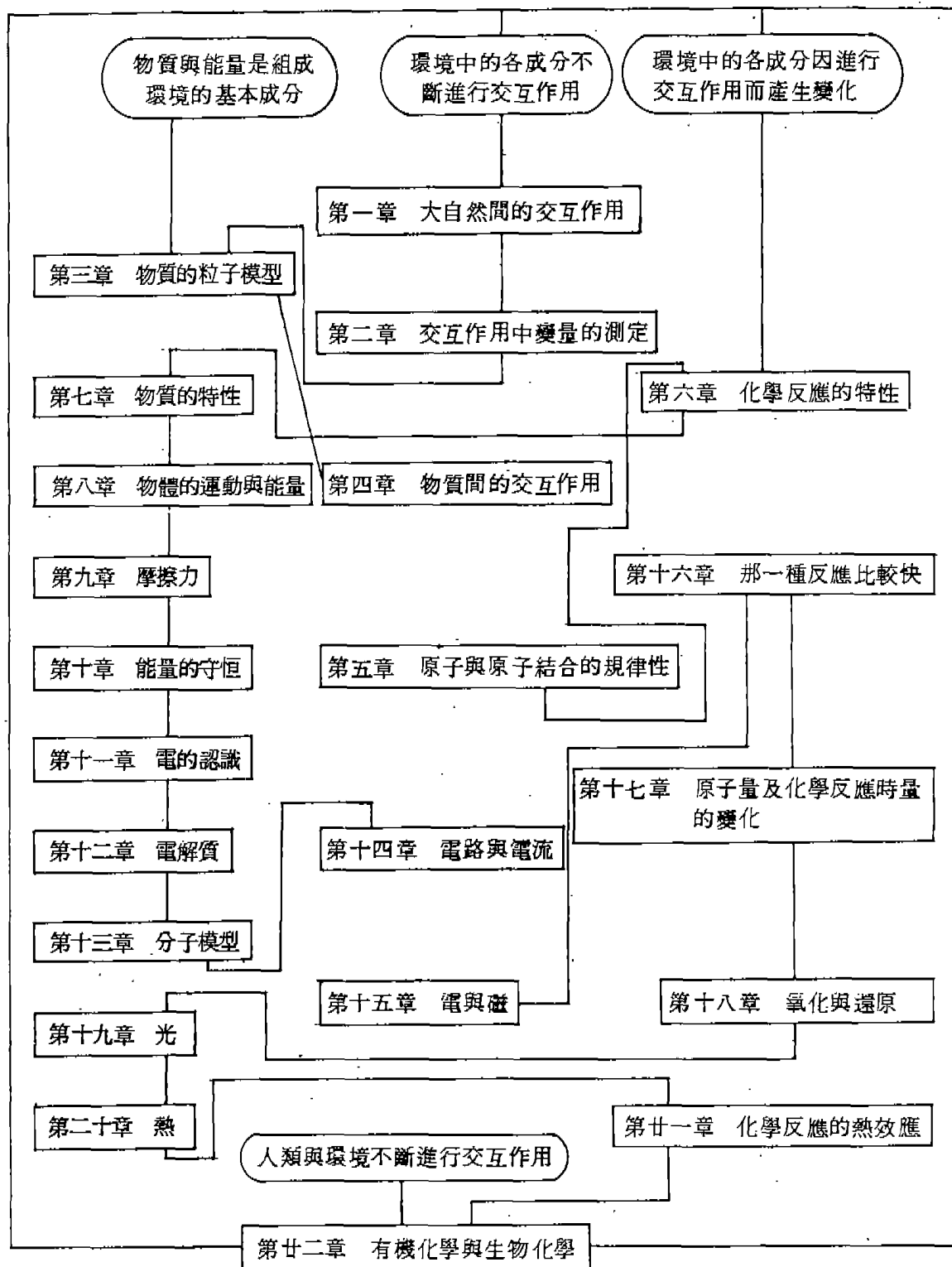
3. 環境中各成分因進行交互作用而產生變化。

4. 人類與環境不斷進行交互作用(註十八)。

值得注意的是第四個綱領。本來這一條應可包含在第二條或第三條之中，SEM特別讓它「獨立」，顯示其對於科學課程中強調環境教育的特點。

自然科學I的教材概念流程可表示如圖三。

〔圖三〕：自然科學 I 教材概念流程圖（轉自該科教學指引）



六、自然科學Ⅱ的課程結構

本科編輯小組成員亦包括科學教育、課程、生物及地球科學等各科專家學者(註十九)。本科編輯小組亦廣泛地參閱歐美日各國相關課程或教科目，其主要者有：美國ISC P—IMB(Interaction Science Curriculum Project—Interaction of Man & the Biosphere, 註一〇)，美國ESCP(Earth Science Curriculum Project, 註廿一)，英國Nuffield生物課程(註廿二)，Nuffield結合課程(註廿三)，美國BSCS(註二四)，美國SCIS(註廿五)，美國FAST(註廿六)，美國ISIS(註廿七)，日本初中理科第二分野生物(註廿八)及地球科學部分(註廿九)(註三〇)等。

(一)自然科學Ⅱ的課程理念：根據國內外資料及世界科教育發展潮流，編輯小組決定本科課程發展基本理念除仍強調自然科學Ⅱ所採用「一般科學素養之提升」「過程中心的教學」之外，還特別注意環境教育，希望透過地球科學及生態之觀察，培養能欣賞自然環境、亦能積極保育自然環境之公民為目的。

根據這些理念，自然科學Ⅱ的編輯要旨中明確書明：

1. 自然科學Ⅱ為生物及地球科學的統合科學，共分爲六冊，供實驗國民中學第一、二、三學年每週二小時教學之用。

2. 本書之編寫，以培養具有科學素養之未來公民為主要目標，注重學生經由學習活動過程，以了解生物及地球科學的基本概念，增進運用科學方法及科學態度以解決問題的技能，並啟發其探討自然科學的興趣。為達成此目的，本書教材以學生探討活動為主，俾使學生有充分的參與機會，從做中學習。

(二)自然科學Ⅱ的概念架構：本科教材概念架構，亦採用SEM的概念綱領，即「生物與環境的組成」「生物與環境的交互作用」「生物與環境的變化」及「人類與環境的交互作用」。

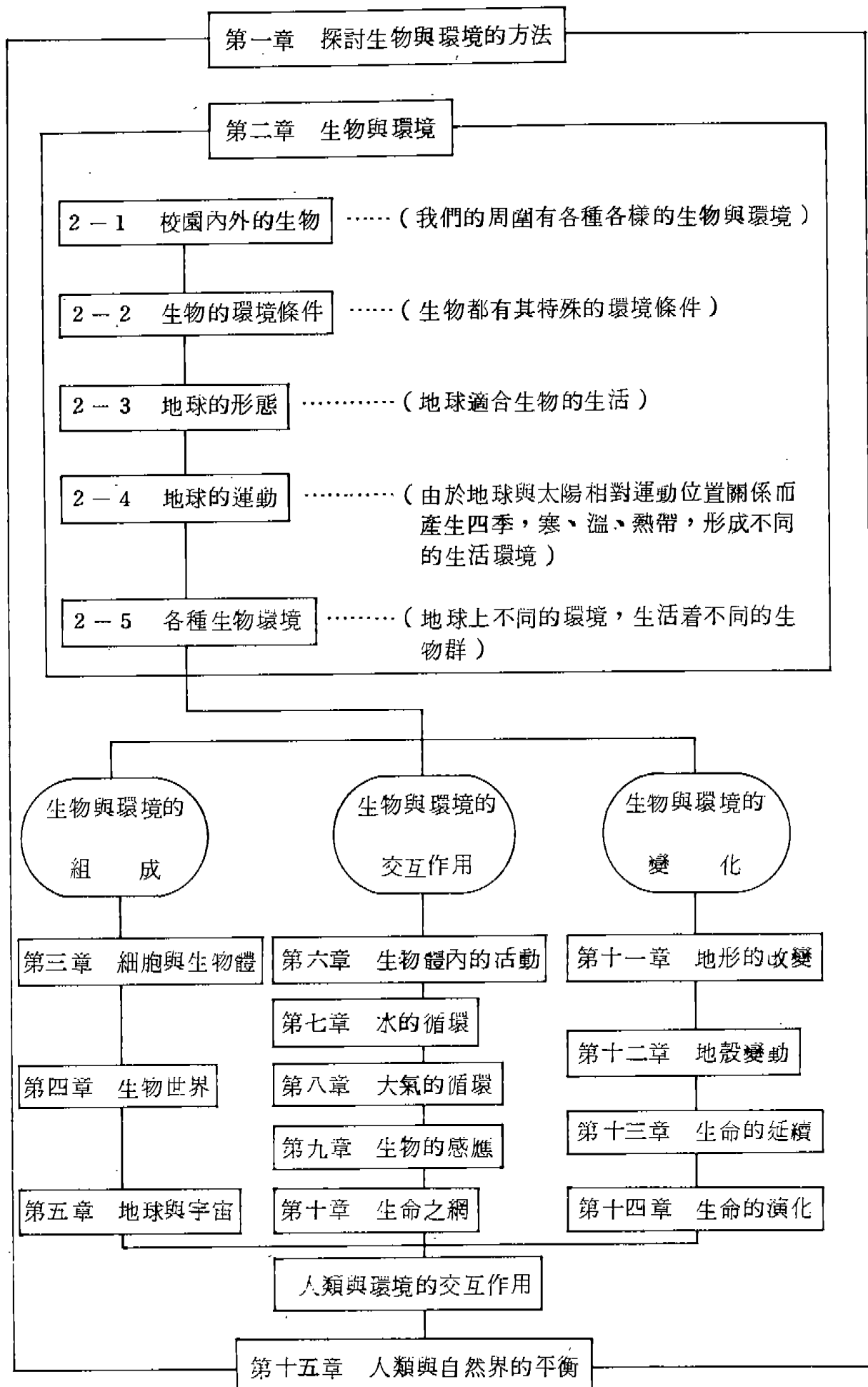
自然科學Ⅱ的教材概念流程可表示如圖四：(見下頁)

七、自然科學Ⅰ、Ⅱ課程試驗結果的評鑑

本實驗課程自民國六十五年學年起六十八學年止，在上述十所實驗國中試用二屆(二梯次)。在這實驗階段中，編輯小組曾根據課程目標及課程哲學基礎以編輯教材，實驗教學，也據以評鑑其成果。本課程之設計，曾參考國外各先進國家各種科學課程，也廣徵國內各級學校教師及專家學者的意見。事先所建立之共識為如下四點：

1. 國民中學階段的科學教育以提升全民科學素養為主要目的。

2. 國民中學階段的科學課程趨向統整科學。



3. 國民中學階段的科學教學應強調探討科學過程。

4. 國民中學階段的科學教學應重視科學與社會的關係。

先後四年的試教，二科共四十位實驗教師，都在寒暑假回師大研習實驗教材，尤其科學Ⅱ的實驗教師，都是生物系出身，對於地球科學的教材普遍有相當深的陌生感。但在第二梯次時，却都能表示其勝任愉快。

根據實驗教師們所報告，以及實地觀察（實驗班的上課）實驗班學生都表示「很喜歡」上科Ⅰ、科Ⅱ的課。其理由都是「我能動手」「每一節課都有事情可做」「有成就感」等。

無論科Ⅰ、科Ⅱ的教材，都是學生活動中心的教材，鼓勵學生從做中學，由親身經驗中歸納出科學概念、原理，或自然界的法則，這種教材，這種教學法，當可滿足上述本課程設計時所建立的共識之1.（有關科學素養）、3.（強調探討過程），和4.（重視科學的社會性活動），應該是可接受的課程評鑑結果。

但，深入分析研究第2點共識，有關「統整科學」部分，似有些現實問題需要討論。雖然，在先進國家初級中學階段的科學教育，確實有「統整科學（Integrated science）」的趨向。因為最近人類科技一日千里的進展，使未來的公民對日常生活上常見的自然現象，要求更為統整性的了解能力。例如，對「大氣污染現象」，學生在地球科學教材中

，學些大氣污染產生的地形學上或氣象學上的原因；另外在化學教材中學些大氣污染物的成分與化學性質；再另在生物教材中學些大氣污染對生物或生態環境的影響……如此，學生對大氣污染的現象很難有正確而統整性的了解。

在本實驗課程，做「小」統整，僅使物理與化學統整為「科Ⅰ」，生物與地球科學統整為「科Ⅱ」，尚未貿然進行「大」統整（物理、化學、生物、地科四科之統合），實驗教學的結果雖顯示「科Ⅰ」、「科Ⅱ」的師生都感覺（至少在第二年）能勝任愉快，但，這些實驗教師每逢寒暑假，都回師大研究各一週。三年共研習六週。如推廣到全國，所需在職訓練的經費、人力都很可觀，似應先研討修改師大理學院等科學師資培育機構的課程，否則很難實行。

叁、國民中學生物、理化及地球科學十

——民國六十九年～七十二年

民國六十八年九月教育部為加強我國各級學校科學教育，並便以進行全盤性改進措施，成立教育部科學教育指導委員會，敦請吳大猷博士為主任委員，聘請國內科學教育有關各機關學校高級主管、科學家及專門人才十數位為委員，另聘各大學熱心科學教育之科學及技術、科學教育等各部門專家學者數十位，組織科學教育諮詢委員會，分屬於六大部門

，即數學、物理、化學、生物、地球科學及工程等。從此，各級學校科學教育有關政策，研究及策劃等，都有此組織來推行，也可為國內各大學的專家學者都有機會，為中小學科學教育貢獻其智慧的管道了（註卅一）（註卅二）。

一、國民中學生物、理化及地球科學課程改進計畫

根據國民中學民國六十五、六十八年後所實驗自然科學I、II課程評鑑結果，教育部決定再繼續實驗國中科學課程，其實驗重點為：

1. 科學I、科學II的教材精神應予保留。
2. 暫不進行統整科學的試驗，分為國中生物、理化及地球科學三科分別進行實驗。
3. 實驗學校精減為七所。

由于科學課程哲學、精神、理論基礎均未改變，各科課本編輯要旨內容均仍明定如下：

1. 以學生有興趣的探討活動為主，教師講解為輔。
2. 期望經由學習活動認識「物質與能量的世界」（生物科為「生物世界」）。
3. 熟練科學的方法與技巧，發展研究探討的興趣，以養成能運用科學知識、富於創造性，具有科學素養的國民為目的。

國中生物分為四冊，供國民中學一、二年級，四學期

使用，每週上課時數二小時。

國中理化分為六冊，供國民中學一至三年級，共六學期使用，一年級每週上課時數二小時，二、三年級均為三小時。

國中地球科學分為二冊，供國民中學三年級，共二學期使用，每週上課時數為二小時。

各科教科書（試用教材）、教學指引，及學生活動記錄本之編輯、試教，及修訂，均分別由各科編輯小組，在各該科課程改進計畫下進行。

二、由國中各科教師提供課程目標及教材內容的意見

以為更廣泛徵求國中生物、理化及地球科學各科教師對於課程目標與教材內容及其深淺程發的意見，於民國六十九、七十年間，再舉行一項大規模的問卷調查。

這項調查是由教育部科學教育指導委員會為配合國家長期科學發展，委託師大科學教育中心所舉辦。調查的結果就果交給國中各科，包括理化、生物，及地球科學課程改進計畫中各編輯小組，做為選擇並編輯教材的依據。

問卷內容可分為三類。

1. 有關科學教育方向及總體目標方面。
2. 有關科學方法及科學態度方面。
3. 有關物理、化學、生物、地球科學等各科教材內容、

概念水準、深度及廣度等方面。

前二項為各科問卷的共同問題，第三項則分科問卷的主要內容，就國中課程中主要教材，徵求國中教師們的意見。同時針對不同出路之國中畢業生的需要，又分成升高中、升技職學校，及就業等三組選目，請教師們根據其教學經驗，並考慮其各種教學條件，選擇最適切需要的內容與深度，以提供編訂教科書之參考。

問卷之填寫共分爲二種來源：

1. 在台北、台中、花蓮、基隆、新竹、嘉義、高雄、屏東等地區，分別等辦國中自然學科各科教師代表的座談會，在現場填答，收回卷共一、三三二份（其中物理科三八四份，化學科三五六份，生物科三五四份，地球科學二三八份）。

2. 寄達各國民中學，由各該校各該科教師舉行教學研究會共同填答，收回卷共有七五一份（其中物理科一六七份，化學科一七七份，生物科一八九份，地球科學二一八份）。

問卷之分析：由于填答教師們對科學教育方向及總體目標在觀點上有所不同，而可能影響其對教材選擇與深度上有不同的要求，仍決定將填答人根據其對科學教育目標的觀點先區分爲如下二「意見群」：

第一意見群：爲「通才」教育群：強調在五育均衡發展的原則下實施科學教育者，各科填答者多數（四十五、六十

%）屬於本群。

第二意見群爲「通才」教育但強調新知者，即強調在現實升學壓力下，必須配合升學考試之可能內容，加強科學教育者。各科填答者二十、三五%屬本群。

根據統計結果，各科結論摘要如下：

物理科：

1. 絕大多數教師認爲科學教育目的爲培養具有科學素養的公民。
2. 國中學生應具備相當程度的科學過程技能，此要求對升學高中者最高，升學技職名次之，就業者也應訓練其觀察能力。
3. 國中學生應具相當程度科學態度。
4. 教材應著重基本概念，操作能力及實際日常生活上的應用問題。
5. 教材之選擇、設計、安排均應依學生需要，力求學以致用（註廿三）。

化學科：

1. 培育具有科學素養之國民乃國中科學課程之目標。
2. 爲應付當前知識的爆炸，訓練學生的自學能力是必要的。
3. 人人應養成動手的習慣，合作的態度，所以實驗應爲學習活動的一部分。
4. 應使學生具有適應現代生活之化學基礎，及符合科學

水準的價值判斷。

5. 升學與就業的學生需要不同，志趣各異，為免除就業學生的挫折感，提高其求知慾，編二種水準不同的教科書甚為必要（註卅四）。

生物科：

各意見群，不論在科學方法、科學態度，以及教材內容等三方面的意見頗為一致，可供國中生物課程設計或編寫教材時之參考（註卅五）。

地球科學：

1. 大多數（七十五%）教師認為科教目的以「通才教育為出發點」，和「通才教育但強調新知」。

2. 對不同出路的學生所需地球科學教學內容，教師們表現相當一致的輕重緩急的選擇。為有效推動地球科學的教育，在觀念的溝通上，和有關障礙的排除上，均應有事先妥善籌劃。在課程安排上，立應儘可能順應現實條件，予以彈性的安排或選擇。

3. 教師對國中學生，無論升學或就業，均應共通學習的教材，已由問卷所列之八十項減為廿五項，且多屬於科學方法與態度的教材。由此可知地球科學尚未受到普遍重視，若欲強制推行過多（教師認為太多）和過深的教材，勢必遭受反對甚至抵制。建議課程設計者，在目前，似應因勢利導，不必貪求急效，宜適度減輕教材份量與深度，以免引起普遍

之不適應。又何況目前國中教師在地球科學方面之素養更屬欠缺（註卅六）。

以上所列各科建議均屬一般性者，本次問卷調查其他主要部分，各科均針對國中階段主要概念、教材廣求意見，包括教材取材、深淺水準、實驗內容、方法、概念發展等，均已收集具體的意見反應，提供各該科編輯小組參考辦理。

三、國中理化、生物、地球科學課程實驗

在教育部委辦師大科教中心，自民國六十九年起推行國民中學理化生物地球科學課程改進計畫。理化、生物、地球科學等三科編輯小組根據新的計畫目標，參考上屆「科I」「科II」的教材實驗結果，再繼續參考國外新資料（例如，生物編輯小組參考美國ISCP—IMB（註二十）的最新版本），編出新的實驗教材，做另一梯次的課程實驗。

這一階段的實驗學校有七所：

基隆市立中正國民中學

台北市立明德國民中學

台北市立忠孝國民中學

台北縣立永和國民中學

台中縣立大甲國民中學

高雄市立五福國民中學

台東縣立新生國民中學

在幾所實驗國中，除試教新的實驗教材外，尚舉行分區研討會，共同研討教材教法，也邀請鄰近各縣市各科教師共同觀摩研討。

在本階段中，關於探討式教學（註卅七），學生活動中心的教學法（註卅八），探討式討論活動（註卅九、四十），探討式教學模式（註四十一），科學的學習過程（註四十二）等有關科學教學的研究頗多配合，對各科新教材實驗產生很大的影響，已提升了自然科學教學的現代化程度。

四、國民中學自然科學生物課程改進計畫追蹤研究

為進一步了解國中自然科學新課程實驗班學生，在升學後的學習適應，根據民國七十二年九月在嘉義縣香林國民中學所召開國中自然科學課程改進計畫實驗學校工作研討會的決議，決定進行實驗班學生升學高級中學後之學習情形的追蹤輔導，以收集國中自然科學各科教材改進或評鑑之參考資料。

本計畫以問卷及測驗調查法為主，以晤談法為輔，再以配對法分析所收集之資料。

問卷有甲卷、乙卷二種。

甲卷包括十八個有關科學態度及學習態度的問題，請高中任課教師根據其觀察，填答對每一位學生（包括國中實驗班與對照班的畢業生）的評論。

乙卷包括四部分，由國中實驗班及對照班畢業學生返回母校（實驗國中）填答。第一部分有十個問題，問其對國中及高中生物課程教材、教學方式及學習適應等方面的感受；第二部分包含十個有關科學態度的問題；第三部分則對高中教材難易度的感受；第四部分則為高中生物課本中十六項實驗難度發的感受等。

甲卷為高中教師客觀的觀察，乙卷則為學生自我評鑑。因為乙卷第一、二部分內容與甲卷者相同，可經比較而了解學生真正學習適應情形。乙卷第三、四部分係藉以了解高中與國中生物教材的銜接情形。

由於各校實驗班與對照班學生升學情形雖相似，但分佈太廣，分別升學各地區各種各類不同學校，不宜以單純實驗、對照二組來考驗其不同，仍採用「配對組法」。

甲卷調查結果以 t 考驗分析配對後二組之差異。

乙卷則用 X^2 （卡方）法統計配對後二組的差異顯著性，若 X^2 值達顯著水準（ $p < 0.05$ ），再做事後比較。

除主觀的問卷調查之外，尚設計高一生物第一冊的成就測驗，以 t 考驗實驗組、對照組二組的差異。

根據六十三對配對（實驗班與對照班）調查結果，所得結論可摘要如下：

1. 國中生物課程實驗班學生較能適應高中生物科之教學，包括(1)實驗能力較強，(2)比較喜歡推理思考的學習活動，

(3)雖然表示「學過的生物知識比對照班學生爲少」但，其成就測驗成績並不比對照班畢業者差。

2.國中實驗班畢業的學生較多表示「懷念國中時代的學習環境」。

由以上分析資料顯示，國中生物新課程，包括教材，及其教學法（學生活動爲中心），確實有較佳教學效果，應可推廣（註四十三）。

肆、教育部正式修訂國民中學課程標準

—民國七十三至今

正當師大教中心在教育部委辦下，進行國中自然學科各科課程改進計畫時，教育部也在積極進行着科學課程標準的修訂工作。爲使國民中小學課程前後銜接，教育部早在六十四年八月修訂公布國小課程標準，六十六年九月起分六年逐年試用與修訂，六十七年九月起分六年逐年全面實施國小新課程。新修訂之國中課程標準，於七十一學年公布，七十三學年度起分三年逐年全面試用與修訂，七十五學年起分三年逐年全面正式實施。教育部認爲如此進度安排，可使學習國小新課程之第一屆國小學生可在七十三年進入國中學習國中新課程，使國中小自然科學新課程前後銜接（註四四）。

一、自然科學課程結構的再修訂

教育部國中課程結構之修訂由部聘，國民中學課程標準修訂委員會總綱組負責。在七十二修訂時，將生物仍排在一年級，每週教學時數三小時，理化與地球科學合併，並明訂將舊標準（指民國六十一年所訂標準）中之物理、化學兩科合併，另加地球科學合併成一種「自然科學」，以統整眼光探討自然事物，給國中學生最基本之科學素養，排在第二、三學年，每週教學時數各爲二小時（註四十五）。另外規定凡具有升學傾向的學生，得免修第二、三學年之「自然科學」，而選修「自然科學（甲）」（每週四小時）和「自然科學（乙）」（每週二小時），前者內容爲理化，後者則爲地球科學，並另設置物理與實用化學二種，排在第二、三學年選修（註四十六）。

民國七十二年七月所公布課程標準之主要特色，在於課程設計富彈性，自第二學年起，對「升學」與「就業」傾向的學生，提供不同的課程以適應其個別差異。但因部分人士認爲國民教育階段宜加強學生基本學科能力，增加國中學生轉換課程的機會及減少選修科目與時數，以減輕地方財政負擔和學生編班之困擾，遂再做局部修訂。第一學年「自然科學」之課程內容爲生物，直接以「生物」爲其科目名稱，其他「理化」「地球科學」亦同。實用物理及化學等選修科目

均延至第三學年實施（註四十七）。
在圖表示第一、二代實驗課程與七十二年度後二次修訂的部訂國民中學自然學科課程結構，可供比較研究。

學 年	III	國 (3)	國中地科 (2)
	II	中 (3)	國 (2)
	I	理 化 (2)	中 生 物 (2)

學 年	III	自 然 科 學 I (理化) (2)	自 然 科 學 II (生、地) (2)
	II	(3)	(2)
	I	(2)	(2)

(2) 第二代實驗課程（民 69 — 72 年）
(1) 第一代實驗課程（民 63 — 68 年）

學 年	III	地 科 (必修) (2)	理 化 (4)	實 用 物 理 (2)	實 用 化 學 (2)
	II	理 化 (必 修) (4)			
	I	生 物 (必 修) (3)			

(4) 74 年部訂課程（民 75 年）

學 年	III	自然科學 (必修) (2)	自然科學甲 (理化) (4)	自然科學乙 (地科) (2)	實用 (2)	實用 (2)
	II	理化地 (2)	(4)		物理 (2)	化學 (2)
	I	自然科學 (生物) (3) 必修				

(3) 七十二年部訂課程（民 73-75 年）

〔圖五〕 國民中學自然學科課程之研究與修訂四階段之比較

二、國中自然科學課程發展之回顧

民國六十年代由教育部委託師大科教中心所研究之國民中學科學課程，歷經二代不同模式的試擬、編輯教材、實驗教學及評鑑，我們不難看出下列幾點貢獻或特點：第一，這是中華民國教育史上，在初級中學階段第一次真正根據科教學理，依照科學方法，做系統化的課程研究計畫。第二，本課程之發展反映了世界科學教育最新潮流，包括統整科學的趨勢，提升全民科學素養為基本目標，求知能力之訓練，實施探討式教學，培養學生以科學態度面對問題、用科學方法解決問題的能力。雖然，由於師資培育方面未能密切配合（或謂一時無法配合），尚無法施行統整科學課程，但，大家確信，在國民中學階段的科學課程，應是統整科學，這個趨勢將是未來發展不變的趨勢。

七十年代的課程，在教材中已充分反映了六十年代實驗課程時代所發展之種種科學教育最新理念與技術。尤其試圖配合學生不同的需要，或個別差異，在課程安排上，力求彈性，最爲難能可貴。只是，現實社會上升學主義、文憑主義所影響，難免在教師身上產生鉅大壓力，或許影響科學教育之正常化，實爲唯一隱憂。

三、科學課程未來發展

近二十年我國國民中學自然科學課程之發展

中央研究院院長，也是我們科學教育指導委員會主任委員的吳大猷先生曾指示：規劃科學教育措施，必須考慮(1)國家的近程與遠程需要；(2)文化的現代與傳統特性；(3)科學的本質與特性成分；以及(4)學生的生理與心理狀況（註四十八）。的確，凡我教育界同仁，都應爲國家社會的未來負責。

在此科技發展神速的時代，提升全民科學素養是我們國民教育中最重要的目標，統整科學的研究尤其刻不容緩。其所牽涉的範圍很大，尤應立即展開具體計畫以期早日實現，另一方面由於近年來科學教材中，所應容納之新知識愈來愈多，科學教師的職前訓練，與在職訓練都應加強其研究發展。最新科技也應設法納入教育界以提高教學效果，這就所謂的教育工學（Educational technology）的發展與運用問題了。這些研究課題與發展，都需要有個專責的、責設機構與研究人員來負責進行。

科學教育界同仁在過去二十年所做的種種貢獻，將是一個開始，相信將來必可在衆志成城下，使我國國民教育中的科學教育能爲科學研究及國家建設，建立堅強穩固的基礎。

參考文獻及註釋

註1：教育部，民六十一年十月，國民中學課程標準，正中書局，第三六四—三六五頁。

註2：同上，第三六六～三六七頁。

註3：同上，第三七四～三七五頁。

註4：同上，第四一五～四一六頁。

註5：同上，第三六三頁。

註6：卓播禮，民六十七年，科學師資培育之趨勢與可行

辦法（在師大科教中心講題之一），師大科教月刊第十五期第十一～十三頁。

註7：楊冠政，民六十五年，開拓科學教育的新境界，師大科教月刊創刊號第四～五頁。

註8：吳大猷，民六十五年，我國科學教育的檢討與改進，師大科教月刊創刊號第六～八頁。

註9：師大科教月刊社，民六十六年，世界各國科學課程概覽表（上）（中）（下），師大科教月刊第六期第五十四頁～六十頁，第七期第五十七～六十二頁，第八期第六十三～七十頁。

註10：師大科教中心編，民六十四年四月，教育部委辦。國民中學科學課程研究第一期報告（六十三～六十四年十二月）。作者有楊冠政、方柄林、林清山、瞿立鶴、張瑞津、石再添、趙金祁、魏明通、劉慕昭、王澄霞等。

註11：楊冠政，民六十五年，我國國民中學科學課程實驗研究，師大科教月刊第二期第二二～二三頁。

註12：同上，第廿四～卅三頁。

註13：同上，第卅七～卅八頁。

註14：林清山，民六十五年，科學教育的心理學基礎（上）（下），師大科教月刊第一期第廿七～卅二頁，第二期第十五～二十頁。

註15：卓播禮，民六十七年，探討式教學及創造能力的發展，師大科教月刊第十六期第十六～廿一頁。

註16：自然科學I的編輯小組成員為趙金祁、陳鏡潭、蘇賢錫、魏明通、黃寶鈿、吳家誠、林桂瑛、洪恒娥、鄭秀鳳、沈青嵩。

註17：賢君（蘇賢錫），民六十六年，國中理化新編實驗教材簡介，師大科教月刊第五期第五十四～六十二頁。

註18：楊冠政，民七十年，科學課程的概念結構，師大科教月刊第一～四十期抽印本2，第四十六～四十八頁。

註19：自然科學II的編輯小組成員為楊冠政、楊榮祥、石再添、黃基礎、鄭湧涇、張瑞津、黃朝恩。

註20：劉慕昭，民六十四年，美國ISCP-IMB 課程研究，科學課程研究第一期報告（六十三～六十四年四月～六月），師大科教中心，第一四七頁起。

註21：石再添，民六十四年，美國ESCP課程研究，科學課程研究第一期報告（六十三～六十四年四月～六月），師大科教中心，第一二三頁起。

註22：劉慕昭，民六十四年，英國Nuffield生物課程研究

，科學課程研究第一期報告（六十三·四）六十三·一二），師大科教中心，第一八一頁起。

註23：楊冠政，民六十四年，英國Nuffield結合課程研究，科學課程研究第一期報告（六十三·四）六十三·一二），師大科教中心，第一八九頁起。

註24：楊冠政，民六十六年，美國BSCS生物課程研究，師大科教月刊第七期。

註25：楊冠政，民六十六年，美國SCIS課程研究，師大科教月刊第十二期。

註26：楊冠政，民六十八年，美國基礎科學課程（FAST）簡介，師大科教月刊第二十一期。

註27：楊榮祥，民六十七年，ISIS課程簡介——專為非主修科學的高中學生所設計，師大科教月刊第二十四期。

註28：楊榮祥，民六十六年，簡介日本初中理科教材修訂內容——以第一分野生物部分為例，師大科教月刊第十三期。

註29：石再添，民六十六年，日本初中科學課程第二分野中地學的內容與修訂的目標，師大科教月刊第十四期。

註30：石再添、黃朝思、張瑞津，民六十六年，美英日三國主要地球科學課程的比較研究，師大科教月刊第八、九

期。

註31：吳大猷，民六十八年，教育部科學教育指導委員會簡介，師大科教月刊第三十一期第六、七頁。

註32：魏明通，民七十一年，科學教育建設的回顧與前瞻，師大科教月刊第五十五期第四、六頁。

註33：師大科教中心，民七十一年，國中物理課程目標及教材內容意見調查問卷之研究，師大科教月刊第五十四、五十六期。

註34：師大科教中心，民七十年，國中化學課程目標及教材內容意見調查問卷之研究，師大科教月刊第四十四期。

註35：師大科教中心，民七十年，國中生物課程目標及教材內容意見調查問卷之研究，師大科教月刊第四十五期。

註36：師大科教中心，民七十一年，國中地球科學課程目標及教材內容意見調查問卷之研究，師大科教月刊第五十三期。

註37：卓播禮，民六十七年，探討教學及創造能力的發展，師大科教月刊第十六期。

註38：楊榮祥，民六十八年，「學生活動中心」的國中自然科學課程實驗學習成就之分析研究（第一報），師大科教月刊第二十七期。

註39：鄭湧涇，民六十八、六十九年，「探討式討論活動」在科學教育上的應用（上）（下），師大科教月刊第卅一

、卅五期。

註40：鄭湧涇，民七〇年，「探討式討論活動」在科學教育上的應用——發展創造性的討論教學（上）（下），師大科教月刊第四十、四十一期。

註41：楊榮祥，民六十七年，探討式教學模式之分析——流程圖之運用，師大科教月刊第廿三期。

註42：歐陽鍾仁，民六十八年，科學的學習過程——觀察與記錄，師大科教月刊第卅六期。

註43：師大科教中心，民七十三年，國民中學生物課程改進計畫追蹤研究報告（本計畫研究委員為諸亞儂、楊榮祥，溫永福、張路西）。

註44：教育部，民七十四年四月，國民中學課程標準，正中書局印行，第四三四頁。

註45：教育部，民七十二年二月，國民中學課程標準，正中書局印行，第四九四～四九六頁。

註46：同上，第十六～二三頁。

註47：教育部，民七十四年四月，國民中學課程標準，正中書局印行，第四八〇～四八一頁。

註48：吳大猷，民六十八年，教育部科學教育指導委員會簡介，師大科教月刊第卅一期第六～七頁。

【作者簡介】

楊榮祥先生，台灣省新竹市人，美國內布拉斯加州立大學教育碩士，現任國立台灣師範大學教授。